

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

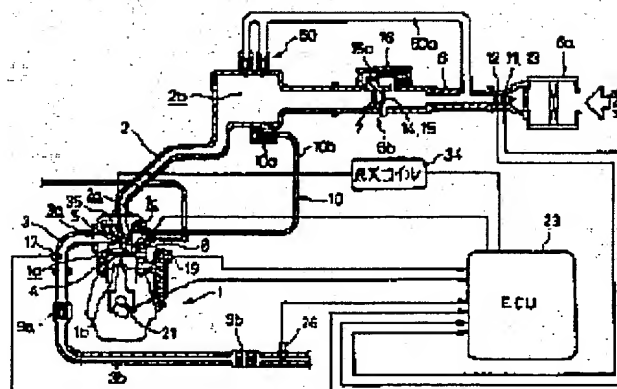
**EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**Patent number:** JP11101154  
**Publication date:** 1999-04-13  
**Inventor:** OKADA KOJIRO; DOUGAHARA TAKASHI; TOGAI KAZUhide  
**Applicant:** MITSUBISHI MOTORS CORP  
**Classification:**  
- international: F02D45/00; F02D45/00  
- european:  
**Application number:** JP19970262314 19970926  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP11101154**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To appropriately determine saturation and deterioration of NOx catalyst on the basis of an output from an NOx sensor by compensating an error in NOx density upon detection caused by individual difference among NOx sensors or an aging effect.

**SOLUTION:** An electronic control unit 23 obtains an averaged value of outputs from an NOx sensor 26 when an engine 1 is operated in a specified operating condition in which the output of the sensor 26 is set, and reads a reference sensor output value indicating a normal sensor output, from a memory device in the electronic control unit in accordance with an engine operating condition so as to compensate the output value of the sensor 26 with the use of a sensor calibration value obtained from the averaged sensor output value and the reference sensor output value.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-101154

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 0 2 D 45/00

識別記号  
3 6 8  
3 5 8

F I  
F 0 2 D 45/00

3 6 8 Z  
3 5 8 P

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-262314  
(22) 出願日 平成9年(1997) 9月26日

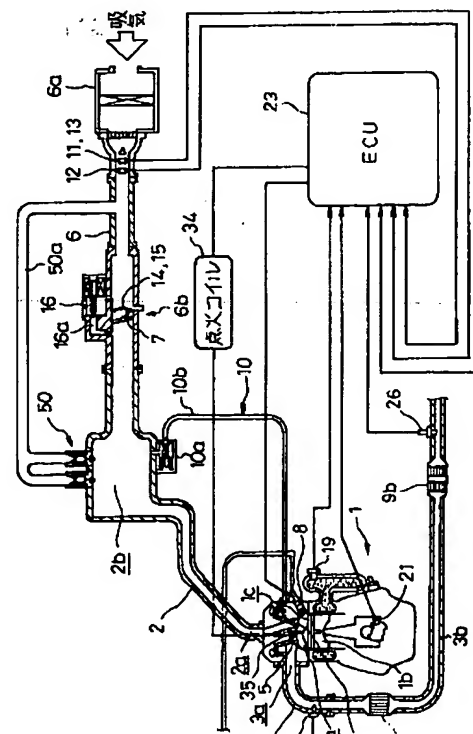
(71) 出願人 000006286  
三菱自動車工業株式会社  
東京都港区芝五丁目33番8号  
(72) 発明者 岡田 公二郎  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内  
(72) 発明者 堂ヶ原 隆  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内  
(72) 発明者 梅井 一英  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 NO<sub>x</sub> センサの個体差や経時変化によるNO<sub>x</sub> 濃度検出誤差を補償し、NO<sub>x</sub> センサ出力に基づくNO<sub>x</sub> 触媒の飽和判定や劣化判定を適正に行う。

【解決手段】 電子制御ユニット(23)は、NO<sub>x</sub> センサ(26)の出力が安定する特定運転状態でエンジン(1)が運転されているときにセンサ出力平均値を求めると共に、正常なセンサ出力を表す基準センサ出力値を電子制御ユニットの記憶装置からエンジン運転状態に応じて読み出し、センサ出力平均値と基準センサ出力値とから求めたセンサ校正量を用いてNO<sub>x</sub> センサ出力を補正する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に設けられ酸素濃度過剰雰囲気中で排気中のNO<sub>x</sub>を吸着すると共に吸着したNO<sub>x</sub>を酸素濃度低下雰囲気中で放出するNO<sub>x</sub>触媒と、前記NO<sub>x</sub>触媒の下流の前記排気通路に設けられ排気中のNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>センサとを有する内燃機関の排気浄化装置において、センサ校正実行条件を満たす特定運転状態で前記内燃機関が運転されているか否かを判定する校正条件判定手段と、

前記特定運転状態で前記内燃機関が運転されていることが前記校正条件判定手段により判定されたとき、前記NO<sub>x</sub>センサの出力に基づいてセンサ校正量を設定する校正量設定手段と、

前記校正量設定手段により設定されたセンサ校正量を用いて前記NO<sub>x</sub>センサの出力を補正するセンサ出力補正手段とを備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記校正量設定手段は、前記内燃機関の運転状態毎の基準センサ出力値を予め記憶した基準出力記憶手段と、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記特定運転状態で前記内燃機関が運転されている間に複数回にわたって検出した前記NO<sub>x</sub>センサの出力の平均値を求める平均センサ出力算出手段とを含み、

前記校正量設定手段は、前記内燃機関が前記特定運転状態にあるときに前記運転状態検出手段により検出された前記内燃機関の運転状態に応じて前記基準出力記憶手段から読み出した基準センサ出力値と前記平均センサ出力算出手段により求められた前記NO<sub>x</sub>センサの出力の平均値とに基づいて、前記センサ校正量を求めることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記校正条件判定手段は、排気中のNO<sub>x</sub>濃度が実質的にゼロ近辺の値になる低負荷運転状態で前記内燃機関が運転されているという低負荷要件が満たされているか否かを判定し、

前記校正量設定手段は、前記低負荷要件が満たされている間に複数回にわたって検出された前記NO<sub>x</sub>センサの出力の平均値を求める平均センサ出力算出手段を含み、前記NO<sub>x</sub>センサの出力の平均値に基づいて前記センサ校正量を設定することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、NO<sub>x</sub>触媒とその下流に配されたNO<sub>x</sub>センサとを有した内燃機関の排気浄化装置に関し、特に、機関運転中に求めたセンサ校正量を用いてNO<sub>x</sub>センサ出力を補正して排気浄化を適正に行う排気浄化装置に関する。

##### 【0002】

【関連する背景技術】酸化雰囲気において排ガス中のNO<sub>x</sub>をその酸化生成物の形で吸着させるNO<sub>x</sub>吸蔵剤を有し、これに吸着したNO<sub>x</sub>酸化生成物を還元雰囲気中で還元させてNO<sub>x</sub>吸蔵剤を再生しつつNO<sub>x</sub>を無害な窒素ガスに分解するNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒を有する排気浄化装置が備えられた希薄燃焼機関が知られている。

【0003】しかしながら、このようなNO<sub>x</sub>触媒は、経時変化による劣化以外に、燃料中に含まれる硫黄分の酸化生成物などの付着により触媒へのNO<sub>x</sub>の付着が阻害されて、触媒のNO<sub>x</sub>浄化能力が低減されることがある。特開平6-88518号公報等に示されるように、NO<sub>x</sub>触媒を高温下においた状態で内燃機関をリッチ空燃比域で運転することにより硫黄の酸化生成物を還元除去し、NO<sub>x</sub>触媒の浄化能力を再生させる方法が存在するが、触媒に付着した硫黄の酸化生成物を完全に還元除去することは困難である。

【0004】そこで、特開平7-208151号公報の排気浄化装置では、劣化したNO<sub>x</sub>吸収剤（NO<sub>x</sub>触媒）を早期に交換したり被毒回復等の処置を適宜にとるために、排気中のNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>センサをNO<sub>x</sub>吸収剤の下流に配置し、NO<sub>x</sub>吸収剤が吸収したNO<sub>x</sub>の放出を終了してNO<sub>x</sub>吸収を再開した後の、NO<sub>x</sub>吸収剤下流側でのNO<sub>x</sub>濃度の時間的変化に基づいて、NO<sub>x</sub>吸収剤の劣化の有無を判定するようにしている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、センサ製造上のばらつき等に起因してNO<sub>x</sub>センサには個体差があり、また、長期間にわたり使用する間にNO<sub>x</sub>センサに経時変化が生じる。この場合、NO<sub>x</sub>センサにより検出されるNO<sub>x</sub>濃度は不正確なものになり、NO<sub>x</sub>濃度に基づく飽和判定や劣化判定に誤りを生じるおそれがある。

【0006】そこで、本発明は、NO<sub>x</sub>センサの個体差や経時変化に起因するNO<sub>x</sub>センサによるNO<sub>x</sub>濃度検出誤差を適正に補償するようにした内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の本発明による排気浄化装置によれば、センサ校正実行条件を満たす特定運転状態で内燃機関が運転されているか否かが校正条件判定手段により判定される。一般に、内燃機関の運転状態は種々に変化し、これに伴って排気中のNO<sub>x</sub>濃度についてはNO<sub>x</sub>センサ出力が変化する。本発明では、NO<sub>x</sub>センサ出力と排気中のNO<sub>x</sub>濃度とを正確に対応づけることを企図してセンサ出力を校正する。センサ出力の校正は、センサ出力およびNO<sub>x</sub>濃度が安定した状態で行うことが望ましい。この様な観点から、本発明では、センサ出力およびNO<sub>x</sub>濃度が安定するような機関運転状態（特定運転状態）を予め定めておき、内燃

機関が特定運転状態にあるときにセンサ校正実行条件の成立を判定する。

【0008】そして、機関運転中にセンサ校正実行条件が成立したとき、NO<sub>x</sub>センサ出力に基づいて校正量設定手段によりセンサ校正量が設定される。センサ出力に基づくセンサ校正量の設定は種々の態様で行える。例えば、請求項2に記載の排気浄化装置では、内燃機関の運転状態毎の基準センサ出力値を基準出力記憶手段に予め記憶させておき、内燃機関が特定運転状態にある間にNO<sub>x</sub>センサ出力を複数回にわたって検出する。更に、これらのセンサ出力の平均値を平均センサ出力算出手段により求める一方、特定運転状態での機関運転中に検出された内燃機関の運転状態に応じた基準センサ出力値を、基準出力記憶手段から読み出す。そして、この基準センサ出力値と上記のセンサ出力の平均値とに基づいてセンサ校正量が求められる。

【0009】上記の基準センサ出力値は、好ましくは、内燃機関へのNO<sub>x</sub>センサの装着前に台上試験を行うことにより機関運転状態毎に求められる。換言すれば、機関運転状態（排気中NO<sub>x</sub>濃度）と正常なNO<sub>x</sub>センサの出力との対応関係が予め求められる。この様にして求められた基準センサ出力値は記憶手段に記憶される。そして、特定運転状態での機関運転中、このときの機関運転状態に応じた基準センサ出力値が記憶手段から読み出される。その一方で、センサ出力の平均値が求められ、これによりノイズ除去などが図られて、適正な実際センサ出力が求められる。更に、センサ出力平均値と基準センサ出力値とに基づいてセンサ校正量が求められる。例えば、センサ出力値と基準センサ出力値との差をセンサ校正量として求める。

【0010】センサ校正量の設定にあたり、請求項3に記載の排気浄化装置では、特定運転状態での機関運転がなされ、しかも、排気ガス中のNO<sub>x</sub>濃度が実質的にゼロ近辺の値となるような低負荷運転状態で内燃機関が運転されているという低負荷要件が満たされている間に検出されたNO<sub>x</sub>センサ出力の平均値が求められ、この平均値に基づいてセンサ校正量が設定される。NO<sub>x</sub>濃度がゼロであるときの正常なNO<sub>x</sub>センサの出力値は既知であるので、センサ出力の平均値に基づいてセンサ校正量を設定できる。例えば、NO<sub>x</sub>濃度がゼロであるときの正常センサ出力値がゼロであれば、センサ出力の平均値それ自体をセンサ校正量として設定する。この場合、センサ校正量の設定が簡易になる。

【0011】機関運転中に、NO<sub>x</sub>センサ出力に基づいて、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸着量が飽和量に達したか否かを判定したり、硫黄の酸化生成物によりNO<sub>x</sub>触媒の劣化が生じたか否かを判定する場合、本発明では、以上のようにして設定されたセンサ校正量を用いて、NO<sub>x</sub>センサ出力が補正される。このセンサ校正によって個々のNO<sub>x</sub>センサの個体差が補償される。また、校正条件が

成立する度にセンサ校正が行われるので、NO<sub>x</sub>センサの経時変化も補償される。

【0012】この結果、機関運転状態ひいては排気中のNO<sub>x</sub>濃度とNO<sub>x</sub>センサ出力とが適正に対応づけられ、補正済みNO<sub>x</sub>センサ出力は排気中NO<sub>x</sub>濃度を的確に表す。従って、補正済みNO<sub>x</sub>センサ出力に基づく飽和判定や劣化判定が正確に行えるようになる。この様に、判定精度が向上すると、内燃機関のリーン空燃比運転時間を長くすることができ、また、内燃機関のリーン空燃比運転領域を実質的に広げることができ、結果として、更なる燃費向上を図れる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の一実施形態による排気浄化装置を装備した筒内噴射式内燃機関を説明する。図1において、参照符号1は、火花点火式筒内噴射型直列4気筒4サイクルガソリンエンジンを示す。エンジン1のシリンダヘッドには、各気筒毎に、点火プラグ35と電磁式の燃料噴射弁8が取り付けられ、燃料噴射弁8から燃焼室1a内に燃料を直接に噴射するようになっている。シリンダ内に配されたピストン1bの頂面には半球状のキャビティ1cが形成され、ピストン1bが上死点（TDC）近傍にあるとき、燃料噴射弁8からの燃料噴霧がキャビティ1c内に到達するようになっている。シリンダヘッドには、吸気弁4、5をそれぞれ駆動する吸気側および排気側カムシャフトが回転自在に保持され、また、吸気ポート2aが略直立に形成されている。

【0014】サージタンク2bを有する吸気マニホールド2を介して吸気ポート2aに接続された吸気管6は、エアクリーナ6aと、スロットルボディ6bと、アイドル調整弁16とを備えている。また、スロットルボディ6bを迂回して吸気マニホールド2に吸入空気を導入する大径のエアバイパスパイプ50aが吸気管6に併設されている。エアバイパスパイプ50aに設けたエアバイパスバルブ（ABV）が全開した状態では、低中速域での要求吸入空気量をエアバイパスパイプ50aを介して供給可能である。

【0015】スロットルボディ6bには、スロットル弁7と、スロットル開度を検出するスロットルセンサ14と、スロットル弁全開状態を検出するアイドルスイッチ15とが設けられている。また、エアクリーナ6a内には、吸気温センサ12と大気圧センサ13とが設けられ、吸気管6の入口近傍にはカルマン渦式のエアフローセンサ11が設けられている。

【0016】排気ポート3aから分岐した大径のEGRポート（図示せず）は、EGR弁10aを有する大径のEGRパイプ10bを介して、サージタンク2bに接続されている。図1中、符号19は冷却水温を検出する水温センサ、21は、各気筒の所定のクランク位置（例えば5° BTDCおよび75° BTDC）でクランク角信号を出力

するクランク角センサ、34は、点火プラグ35に高電圧を出力する点火コイルをそれぞれ示す。カムシャフトには気筒判別センサ（図示せず）が配設され、このセンサからの気筒判別信号によって、クランク角信号に対応する気筒が判別される。

【0017】参照符号17は、排気マニホールド3に取り付けられ排ガス中の酸素濃度を検出するO<sub>2</sub>センサを示し、符号9aおよび9bは、排気パイプ3bに設けた排気浄化用の三元触媒とその下流に配されNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒からなるリーンNO<sub>x</sub>触媒とをそれぞれ示す。燃焼室1aから排気パイプ3bへ排出される排ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>成分は、理論空燃比近傍領域でのエンジン運転中、三元触媒9aにより十分に浄化される。三元触媒9aは、排気パイプ3b内の上流側に配され早期に活性化可能であり、エンジン1の始動時の排気浄化能力に富む。NO<sub>x</sub>触媒9bは、例えば、アルミナなどからなる担持層と、これに担持された種々の触媒種（白金、ロジウム、バリウム、カリウム、ランタン、セリウム等）とから構成され、エンジン1のリーン燃焼運転中、三元触媒9aによっては十分に浄化できない排ガス中のNO<sub>x</sub>を浄化する機能を有する。NO<sub>x</sub>触媒9bの下流には、排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>センサ26が配されている。NO<sub>x</sub>センサ26は、例えば、酸化チタンを主成分とする半導体セラミックスからなる検出素子を含み、NO<sub>x</sub>濃度に応じた電気信号を出力するようになっている。

【0018】図示を省略するが、燃料タンク内の燃料は、電動式の低圧燃料ポンプで吸い上げられ、低圧フィードパイプを介してエンジン1側に送給され、更に、シリンダヘッドに取付けた高圧燃料ポンプにより、高圧フィードパイプとデリバリパイプとを介して各燃料噴射弁8に送給される。エンジン1の総合的な制御を行うための電子制御ユニット（ECU）23は、図示しない入出力装置、制御プログラムや制御マップ等を記憶した記憶装置、中央処理装置、タイマカウンタ等を備えている。

【0019】ECU23は、上記の各種センサ類ならびにエアコン装置などの補機類の作動状況を検出するスイッチ類からの入力信号に基づき、燃料噴射モード、燃料噴射量、燃料噴射終了時期、点火時期、EGRガス導入量などを決定し、燃料噴射弁8、点火コイル34、EGR弁10a等を駆動制御する。基本的には、ECU23により以下のエンジン運転制御が行われる。

【0020】冷機状態でのエンジン始動時および暖機中は、吸気行程噴射モードが選択され、比較的リッチな空燃比となるように燃料噴射が行われる。また、アイドル回転数制御のため、補機類によるエンジン負荷の増減に応じてアイドル調整弁16が調整され、弁16が配されたバイパス通路を介して所要量の吸入空気が供給される。ABV50は閉じられる。そして、O<sub>2</sub>センサ17が活性温度に達すると、O<sub>2</sub>センサ17の出力電圧に基

づく空燃比フィードバック制御が開始される。

【0021】エンジン1の暖機が終了すると、スロットル開度 $\theta_{th}$ 等から得た目標平均有効圧とエンジン回転速度とに基づいて現在のエンジン運転域が判別され、運転域に適合する燃料噴射モードが決定される。詳しくは、アイドル運転域を含む低負荷・低回転運転域では、圧縮行程噴射モードが選択されると共にABV50及びEGR弁10aの開度がエンジン運転状態に応じて制御され、リーン空燃比（20～40程度）となるように燃料噴射が制御される。この場合、吸気ポート2aから流入した吸気流によって燃焼室1a内に形成されるタンブル流により、燃料噴射弁8から圧縮行程で噴射された燃料噴霧がピストン1bのキャビティ1c内に保存され、点火時点において点火プラグ35の周囲には理論空燃比近傍の混合気が形成される。この結果、全体として極めてリーンな空燃比でも着火が可能となり、CO及びHC排出が抑制されると共に燃費が向上する。また、排ガスの還流によってNO<sub>x</sub>排出量も抑えられる。

【0022】エンジン中負荷域（吸気行程リーン域および理論空燃比フィードバック域）では吸気行程噴射モードが選択される。吸気行程リーン域では、比較的リーンな空燃比（例えば、20～23程度）となるようにABV50の開弁量と燃料噴射量とが制御される。理論空燃比フィードバック域では、ABV50およびEGR弁10aの開度を制御しつつ、O<sub>2</sub>センサ17の出力に応じて空燃比フィードバック制御が行われる。

【0023】急加速運転域や高速運転域では、吸気行程噴射モードが選択されると共にABV50が閉鎖され、比較的リッチな空燃比となるように燃料噴射が制御される。燃料カット域では燃料噴射は停止される。以下、図2および図3を参照して、ECU23により実行されるNO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチンを説明する。

【0024】図2のステップS10では、センサ校正実行条件が成立しているか否かが判別される。詳しくは、図3のセンサ校正条件判定ルーチンにおいて、以下に述べる5つの要件が満たされているか否かが、校正条件判定手段としてのECU23によって順次判定され、これにより、エンジン1が、センサ校正実行条件を満たす特定運転状態で運転されているか否かが判定される。

【0025】まず、図3のステップS110では、前回センサ校正処理完了後での車両走行距離が所定距離Lに達したという第1要件が成立しているか否かが判別される。この判別には、図示しない走行距離算出ルーチンにおいて算出され、ECU23の記憶装置の不揮発メモリに記憶された車両走行距離データが用いられる。なお、エンジン停止時点での走行距離データは不揮発メモリ内に保持される。走行距離算出ルーチンでは、例えばクランク角センサ21からのクランク角信号の発生間隔に基づいてエンジン回転数が算出され、このエンジン回転数や図示しないギヤ位置センサにより検出される変速段位



置などに応じて車輪速が時々刻々算出され、車輪速を積分することにより走行距離が算出される。

【0026】ステップS112では、水温センサ19により検出したエンジン冷却水温が所定温度に達したか否かが判別され、エンジン1の暖機運転が完了したという第2要件が成立しているか否かが判別される。次に、例えば、暖機完了時点からの経過時間が所定時間を上回ったか否かが判別され、NO<sub>x</sub>センサ26の活性化が完了したという第3要件が成立しているか否かが判別される（ステップS114）。更に、エンジン1が一定時間連続して定常状態で運転されるという第4要件が成立しているかが判別される（ステップS116）。この判別のため、図示しないエンジン運転状態判定ルーチンが実行される。このルーチンでは、スロットルセンサ14からのスロットル開度（より一般的にはエンジン負荷）データが周期的に読み込まれると共に、クランク角センサ21からのクランク角信号に基づいてエンジン回転数が周期的に算出される。そして、スロットル開度およびエンジン回転数のそれぞれの今回値と前回値とを比較することにより、エンジン負荷およびエンジン回転数がほぼ一定であるような定常状態でエンジン1が運転されているか否かが判別される。そして、ECU23のタイマカウンタを用いて、定常エンジン運転状態の継続時間が計測される。ステップS116では、タイマカウンタによる計測時間を参照して、第4要件の成立・不成立が判別される。

【0027】最後に、ステップS118では、燃料噴射モードが理論空燃比フィードバック（S-F/B）モードであるという第5要件が成立しているか否かが判別される。そして、上記の5つの要件の全てが成立している場合、センサ校正実行条件を満たす特定運転状態でエンジン1が運転されていると判断して、校正条件成立を判定する（ステップS120）。一方、上記の5つの要件のいずれかが一つが成立しない場合、校正条件不成立を判定する（ステップS122）。

【0028】ステップS122で校正条件不成立が判定されると、図2のNO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチンはセンサ校正量の算出を行うことなしに直ちに終了する。図3のステップS120で校正条件成立が判定されて図2のステップS10での判別結果が肯定になると、校正量設定手段（平均センサ出力算出手段）としてのECU23によって、NO<sub>x</sub>センサ26の出力Aが読み込まれ（ステップS12）、センサ出力読み込み回数NA（初期値は0）に値1が加算されて読み込み回数が更新され（ステップS14）、次に、更新後のセンサ出力読み込み回数NAが所定回数NA<sub>ref</sub>に達したか否かが判別される（ステップS16）。

【0029】読み込み回数NAが所定回数NA<sub>ref</sub>に達してNO<sub>x</sub>センサ出力A1~ANAが複数回にわたって読み込まれると、NO<sub>x</sub>センサ出力A1~ANAの平均値Bが

算出される（ステップS18）。これにより、NO<sub>x</sub>センサ26に外乱ノイズなどが作用した場合にもその影響が軽減され、NO<sub>x</sub>センサ出力が適正に求まる。ステップS20では、スロットルセンサ14により検出されたスロットル開度（エンジン負荷）とクランク角センサ21からのクランク角信号に基づいて算出されたエンジン回転数とに応じて（より一般的にはエンジン運転状態に応じて）、基準センサ出力値Cが、ECU23の記憶装置（基準出力記憶手段）内に格納されている図示しないエンジン運転状態・基準センサ出力マップから読み出される。このマップには、例えば、NO<sub>x</sub>センサ26をエンジン1に装着する前の台上試験により求めたエンジン運転状態毎（スロットル開度とエンジン回転数との組合せ毎）の正常なNO<sub>x</sub>センサ出力値が記憶されている。

【0030】ステップS22では、ステップS18で求めたNO<sub>x</sub>センサ出力平均値Bから基準センサ出力値Cを減じることによりセンサ校正量D（=B-C）を求める。そして、走行距離リセット指令を送出し（ステップS24）、NO<sub>x</sub>センサ校正終了情報をECU23の記憶装置に記憶して（ステップS26）、NO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチンを終了する。この様にして、校正条件が成立する度にセンサ校正量Dが求められる。

【0031】リーン空燃比でのエンジン運転中、排気パイプ3b内には酸化雰囲気形成されて排ガス中のNO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>触媒9bに吸着され、従って、NO<sub>x</sub>触媒9bの下流に配されたNO<sub>x</sub>センサ26により検出される排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度は、図4に二点鎖線で示すNO<sub>x</sub>触媒9bの上流側での排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度よりも低くなる。しかしながら、リーン空燃比運転が継続するとNO<sub>x</sub>触媒9bのNO<sub>x</sub>吸収能力が徐々に低下し、これに伴って、NO<sub>x</sub>触媒9bの下流側での排ガス中NO<sub>x</sub>濃度が漸増する。

【0032】そして、下流側でのNO<sub>x</sub>濃度が上流側でのそれに近づいた場合、すなわち、NO<sub>x</sub>触媒9bが飽和した場合、リッチ空燃比でのエンジン運転によりNO<sub>x</sub>触媒9bまわりに還元雰囲気を形成し、NO<sub>x</sub>触媒9bに吸着したNO<sub>x</sub>を触媒から放出し還元除去する。この様にリーン運転からリッチ運転へ切り替わると、NO<sub>x</sub>触媒9bのNO<sub>x</sub>吸収能力が回復してNO<sub>x</sub>触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度が急減し、リッチ運転終了時点近くでは（図4に例示した時間T1が経過する前に）、触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度は最小レベルに達する。硫黄酸化物によるNO<sub>x</sub>触媒9bの劣化が生じていない場合、このような低NO<sub>x</sub>濃度状態は、リッチ運転終了時点から図4に例示した時間T2にわたって継続する。一方、NO<sub>x</sub>触媒9bに劣化が生じると、図4に破線で示すように触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度の増大開始時期が早まる。

【0033】本実施形態による排気浄化装置では、図2のNO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチンで求めたセンサ校正量Dを用いてNO<sub>x</sub>センサ出力（触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃

度計測値)を補正して、触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度を正確に求め、この正確な判定情報に基づいてNO<sub>x</sub>触媒9bの飽和判定および劣化判定を正確に行うようにしている。そして、NO<sub>x</sub>触媒が飽和したことを判定したときにエンジン1をリッチ運転して触媒のNO<sub>x</sub>吸着能力を回復させ、また、NO<sub>x</sub>触媒が劣化したことを判定したときにはエンジン1の1サイクル中に2度の燃料噴射を行う所謂エンジン1の2段燃焼運転を行って排気温度を高めると共に排気空燃比を飽和判定時のものよりも更にリッチ化し、これにより、NO<sub>x</sub>触媒9bの劣化要因となっている硫酸酸化生成物をNO<sub>x</sub>触媒から還元除去するようにしている。

【0034】詳しくは、図5に示す飽和判定ルーチンでは、先ず、ECU23の記憶装置にNO<sub>x</sub>センサ校正終了情報が記憶されているか否かを確認し、これによりNO<sub>x</sub>センサの校正が完了しているか否かを判定する(ステップS30)。この判別結果が肯定ならば、エンジン1がリーン運転されているか否かを判定し(ステップS32)、リーン運転状態にあればフラグF1がリーン運転を表す値「1」にセットされているか否かを更に判別する(ステップS34)。

【0035】リーン運転状態にあるにもかかわらずフラグF1の値が「1」でなければ、リーン運転再開時点からの経過時間T1を計測するタイマをリスタートさせ(ステップS36)、フラグF1を値「1」にセットする(ステップS38)。そして、T1タイマによる計測結果を参照して、リーン運転再開時点から所定時間T1が経過したか否かが判別される(ステップS40)。所定時間T1は、NO<sub>x</sub>触媒9bの下流側でのNO<sub>x</sub>濃度が最小レベルに達するに足りるような値に設定されている(図4参照)。

【0036】ステップS30でセンサ校正未了と判別され、或いはステップS32でリーン運転状態にないとの判別が行われ、或いは、ステップS40でリーン運転再開時点から所定時間T1が経過していないとの判別が行われた場合、飽和判定処理を行うことが不適切であると判断して、飽和判定ルーチンを一旦終了する。センサ校正の完了後においてリーン運転が所定時間T1にわたって連続して行われてステップS40での判別結果が肯定になると、NO<sub>x</sub>触媒9bの上流側でのNO<sub>x</sub>濃度が求められる(ステップS42)。上流側NO<sub>x</sub>濃度の決定には、例えばエンジン運転状態・NO<sub>x</sub>濃度マップが用いられる。このマップは、例えば、エンジン運転状態毎(スロットル開度とエンジン回転数との組合せ毎)の上流側NO<sub>x</sub>濃度を測定するエンジン台上試験での測定データに基づいて作成され、ECU23の記憶装置内に記憶されている。そこで、ステップS42では、現在のスロットル開度およびエンジン回転数をスロットルセンサ出力およびクランク角センサ出力に基づいて算出し、上述のエンジン運転状態・NO<sub>x</sub>濃度マップ(図示略)か

ら算出スロットル開度および算出エンジン回転数に応じて上流側NO<sub>x</sub>濃度を求める。

【0037】ステップS44では、NO<sub>x</sub>センサ26の出力Aが読み込まれ、次に、図2のステップS22で求めたセンサ校正量Dを用いて、センサ出力補正手段としてのECU23によって、NO<sub>x</sub>センサ出力値Aが補正される。例えば、センサ出力値Aから校正量Dを減じて補正済みセンサ出力値Eを得る。更に、適宜の変換係数を補正済みNO<sub>x</sub>センサ出力値Eに乗じてNO<sub>x</sub>触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度を算出する(ステップS46)。

【0038】ステップS48では、上流側NO<sub>x</sub>濃度から下流側NO<sub>x</sub>濃度を減じてNO<sub>x</sub>濃度差を求め、このNO<sub>x</sub>濃度差を上流側NO<sub>x</sub>濃度で除してNO<sub>x</sub>浄化効率Fを算出する。図4から明らかなように、NO<sub>x</sub>触媒9bが飽和していなければNO<sub>x</sub>濃度差は相当に大きい。即ち、NO<sub>x</sub>浄化効率Fが大となる。そこで、ステップS48で算出したNO<sub>x</sub>浄化効率Fが飽和判定値F<sub>ref</sub>よりも大きいか否かを判別し(ステップS50)、NO<sub>x</sub>浄化効率Fが判定値F<sub>ref</sub>よりも大きければNO<sub>x</sub>触媒9bが飽和していないと判断してステップS52で非飽和判定する。一方、NO<sub>x</sub>浄化効率Fが判定値F<sub>ref</sub>よりも大きくなければ、NO<sub>x</sub>触媒9bが飽和していると判断してステップS54で飽和判定がなされ、ECU23の記憶装置に飽和判定情報が書き込まれ、図5の飽和判定ルーチンを終了する。ステップS52で一旦非飽和判定された場合は、リーン運転状態が続く限り、図5の飽和判定ルーチンが繰り返し実行される。

【0039】上記の飽和判定と同様の判定原理に基づく劣化判定が図6の劣化判定ルーチンにおいて実行される。飽和判定ルーチンでは、リーン運転再開時点から所定時間T1が経過した後でのNO<sub>x</sub>浄化効率Fが飽和判定値F<sub>ref</sub>を上回ったときに飽和判定するようにしたが、劣化判定ルーチンでは、リーン運転再開時点から所定時間T1が経過してから所定時間T2が経過するまでの間でのNO<sub>x</sub>浄化効率Fが劣化判定値G<sub>ref</sub>を下回った場合に劣化判定する一方、上記期間内に判定値G<sub>ref</sub>を下回るNO<sub>x</sub>浄化効率Fが検出されなければ非劣化判定するようにしている。ここで、劣化判定値G<sub>ref</sub>は、飽和判定値F<sub>ref</sub>よりも相当に大きい値に設定されている。

【0040】簡略に説明すると、劣化判定ルーチンでは、センサ校正完了後のリーン運転時において、リーン運転再開時にフラグF1を値「1」にセットすると共にT1タイマおよびT2タイマをリスタートさせる(ステップS64及びS66)。次回以降の劣化判定ルーチンでは、リーン運転が継続していれば、制御フローはステップS64からステップS70に進んでT1タイマによる計時時間が所定時間T1を上回ると共にT2タイマによる計時時間が所定時間T2に達していない間、図5の飽和判定ルーチンの場合と同様に、触媒上流側でのNO

x濃度を運転状態・NO<sub>x</sub>濃度マップから求め（ステップS74）、NO<sub>x</sub>センサ出力を補正し（ステップS76）、補正済みNO<sub>x</sub>センサ出力に基づいて触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度を求める（ステップS80）。更に、触媒上流側および触媒下流側でのNO<sub>x</sub>濃度に基づいてNO<sub>x</sub>浄化効率Fを算出し（ステップS82）、この算出NO<sub>x</sub>浄化効率Fが劣化判定値G<sub>ref</sub>を下回れば劣化判定してECU23の記憶装置に劣化判定情報を記憶する（ステップS84）。一方、算出浄化効率Fが判定値G<sub>ref</sub>を下回ることなく所定時間T2が経過した場合には非劣化判定する（ステップS86）。

【0041】図2のNO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチン、図5の飽和判定ルーチンおよび図6の劣化判定ルーチンと平行して、図7のNO<sub>x</sub>触媒再生ルーチンがECU23により実行される。触媒再生ルーチンのステップS90では、ECU23の記憶装置に劣化判定情報が記憶されているか否かを判定することにより、劣化判定ルーチンにおいて劣化判定がなされたか否かが判定される。この判定結果が否定であれば、ECU23の記憶装置に飽和判定情報が記憶されているか否かを判定することにより、飽和判定ルーチンにおいて飽和判定がなされたか否かが判定される（ステップS92）。この判定結果が否定であれば、特別のエンジン運転制御を行うことなしに触媒再生ルーチンを終了する。この場合、そのときのエンジン運転状態に適合するエンジン運転制御、すなわち上述の基本的なエンジン制御が実施される。

【0042】飽和判定ルーチンにおいて飽和判定がなされ、従って、触媒再生ルーチンのステップS92で飽和判定ありとの判別がなされると、ステップ94でエンジン1が所定時間T3（図4）にわたってリッチ燃焼運転される。詳しくは、NO<sub>x</sub>脱離に適した空燃比（例えば、理論空燃比近傍のリッチ空燃比である値1.4の空燃比）を達成するための燃料噴射時間が図示しないマップを参照して決定される。次に、この燃料噴射時間にわたる燃料噴射を行うための燃料噴射開始時期および終了時期が決定され、更に、点火時期が図示しないマップに基づいて決定される。そして、NO<sub>x</sub>脱離に要するエンジン運転時間T3が記憶装置から読み出される。エンジン1は、NO<sub>x</sub>脱離に適した理論空燃比近傍のリッチ空燃比で運転され、NO<sub>x</sub>触媒9bの回りに還元雰囲気形成され、NO<sub>x</sub>触媒9bに付着したNO<sub>x</sub>酸化生成物が還元除去される。すなわち、NO<sub>x</sub>の脱離が進行する。NO<sub>x</sub>脱離のためのリッチ燃焼運転が所定時間T3にわたって実施されると、NO<sub>x</sub>の脱離が十分に進行したと判断して、リッチ燃焼運転を終了する。リッチ燃焼運転終了後、エンジン運転域に応じた燃料噴射制御が再開される。

【0043】劣化判定ルーチンにおいて劣化判定がなされ、従って、触媒再生ルーチンのステップS90で劣化判定ありとの判別がなされると、ステップ96でエンジ

ン1が2段燃焼運転される。この2段燃焼運転では、通常の1回目の燃料噴射及び点火による主燃焼の膨張行程初期から中期において2回目の追加燃料噴射が行なわれる。詳しくは、硫酸化生成物の還元除去（脱離）に適したリッチ空燃比（例えば1.1）が達成されるように、主燃焼および追加燃料噴射のそれぞれについての燃料噴射時間が図示しないマップを参照して決定される。次に、それぞれの燃料噴射時間にわたって燃料噴射を行うための燃料噴射開始時期および燃料噴射終了時期が決定され、また、点火時期が図示しないマップから決定される。次に、2段燃焼運転時間データが読み出され、2段燃焼運転が開始される。2回目の追加燃料噴射による燃料は主燃焼の火炎伝播により着火される。2段燃焼運転時、エンジン1は、硫酸化生成物の脱離に適したリッチ空燃比で運転され、また、排気ガス温度が上昇する。この結果、NO<sub>x</sub>触媒9bに付着した硫酸化生成物の還元除去が進行する。2段燃焼運転が所定時間にわたって実施されると、NO<sub>x</sub>触媒9bの再生が充分になされたと判断して、2段燃焼運転を終了する。2段燃焼運転の終了後、エンジン運転域に応じた燃料噴射制御が再開される。

【0044】本発明は上記の実施形態に限定されず、種々に変形可能である。例えば、上記実施形態では、本発明を筒内噴射式4気筒エンジンに適用した場合について説明したが、4気筒以外のエンジンや筒内噴射式エンジン以外のたとえばリーンバーンエンジンにも適用可能である。また、上記の実施形態では、NO<sub>x</sub>触媒の劣化を判定したときに2段燃焼運転を行うことにより空燃比をリッチ化すると共に排気温度ひいてはNO<sub>x</sub>触媒温度を上昇させるようにしたが、点火時期のリタード、ヒータによる触媒加熱、排気パイプ内への二次空気供給などのその他の手段を用いて、NO<sub>x</sub>触媒を直接に或いは間接的に昇温するようにしても良い。

【0045】上記実施形態では、前回センサ校正処理完了後の車両走行距離が一定値以上、暖機完了、NO<sub>x</sub>センサの活性化完了、定常エンジン運転状態が一定時間連続、および理論空燃比フィードバックモードでのエンジン運転中という5つの要件からなるセンサ校正実行条件を設定したが、これに限定されるものではない。例えば、エンジン電気系への電力供給を行うバッテリーが交換されることがある。バッテリーバックアップ式の不揮発メモリに車両走行距離を記憶させる装置構成の場合、バッテリー交換に伴い車両走行距離データが失われる。そこで、バッテリー交換もしくはバッテリー再接続の有無を判別し、バッテリーの交換時もしくは再接続時には、車両走行距離に係る要件をセンサ構成実行条件から除去するようにする。この場合、バッテリー交換時などには、車両走行距離要件以外の4つの要件が満たされると、NO<sub>x</sub>センサの校正が実施されるようになる。

【0046】また、リーンバーンエンジンや筒内噴射式

エンジンは、定常エンジン運転状態時には、理論空燃比フィードバックモードでは運転されずに、リーン空燃比モードで運転されることが多い。従って、この種のエンジンでは、センサ校正実行条件が成立しにくく、センサ校正の機会が少なくなる。そこで、理論空燃比フィードバックモードでの運転中という第5要件をセンサ校正実行条件から除き、その他の4つの要件が満たされたときにセンサ校正実行条件の成立を判別すると共に、この条件の成立時にエンジン制御モードを理論空燃比フィードバックモードへ強制的に切り換えるようにしても良い。

【0047】上記実施形態では、NO<sub>x</sub>センサ出力平均値とエンジン運転状態・基準センサ出力マップから読み出した基準センサ出力値とからセンサ校正量を求めるようにしたが、センサ校正量の決定にあたって上記のマップを用いることは必須ではない。例えば、排気ガス中のNO<sub>x</sub>濃度が実質的にゼロになるような低負荷エンジン運転状態時の正常なNO<sub>x</sub>センサ出力値は既知であり、しかも、低負荷状態たとえばアイドリング状態は車両用エンジンの運転中に比較的頻繁に現れ比較的長時間にわたって継続するので、低負荷時の実際センサ出力値と既知の正常出力値とに基づいて、マップを使用せずに、センサ校正量を決定できる。また、低負荷時の正常出力値が0になるようにNO<sub>x</sub>センサ出力レベルを設定すれば、実際センサ出力値のみに基づいてセンサ校正量を求めることができる。この場合、センサ校正量の設定がとくに簡易になる。

【0048】更に、センサ校正量の決定にあたり、実際センサ出力の平均値を用いることは必須ではない。例えば、センサ出力平均値に代えて、下式に従って算出される一次フィルタ処理済みのセンサ出力値を用いても良い。下式中の記号Kは重み付け係数を表し、ANはセンサ出力値を表し、Aはセンサ出力値をフィルタ処理して得た値を表す。

【0049】

$$A(n) = K \times AN(n) + (1 - K) \times A(n-1)$$

更に、上記実施形態ではNO<sub>x</sub>触媒の下流側に設けられたNO<sub>x</sub>センサを有した排気浄化装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は、触媒の上流側および下流側にそれぞれ設けられた2つのNO<sub>x</sub>センサを具備した排気浄化装置にも適用可能である。この場合、各センサの校正は上記実施形態の場合と同様に行える。

【0050】

【発明の効果】請求項1に記載の本発明の排気浄化装置によれば、センサ校正により個々のNO<sub>x</sub>センサの個体差を適正に補償できる。また、校正条件が成立する度にセンサ校正を行うので、NO<sub>x</sub>センサの経時変化も補償できる。特に、NO<sub>x</sub>センサ出力に基づいて、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸着量が飽和量に達したか否かを判定した

り、硫黄の酸化生成物によりNO<sub>x</sub>触媒の劣化が生じたか否かを判定する場合、本発明によれば、判定精度が向上するので、内燃機関のリーン空燃比運転時間を長くすることができ、内燃機関のリーン空燃比運転領域を実質的に広げることができる。結果として、更なる燃費向上を図れる。

【0051】請求項2に記載の排気浄化装置では、NO<sub>x</sub>センサ出力の平均値と機関運転状態に応じた基準センサ出力値とに基づいてセンサ校正量が求められる。基準センサ出力値は台上試験などにより予め適正に設定でき、また、NO<sub>x</sub>センサ出力の平均値を算出することによりNO<sub>x</sub>センサ出力への外乱ノイズなどの影響を除去できる。従って、センサ出力平均値と基準センサ出力値とから適正なセンサ校正量が求まるので、センサ校正を適正に行える。

【0052】請求項3に記載の排気浄化装置では、センサ校正量の設定を、センサ出力平均値と低負荷運転時におけるNO<sub>x</sub>濃度がゼロ近辺の値になる既知の値とに基づいて簡易に行える。特に、排気中NO<sub>x</sub>濃度がゼロ近辺の値のときの出力レベルがゼロになるようにNO<sub>x</sub>センサを構成すれば、センサ出力平均値のみに基づいてセンサ校正量を設定でき、センサ校正量の設定をより簡易化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による排気浄化装置を備えた希薄燃焼内燃機関の概略構成図である。

【図2】図1の電子制御ユニットが実行するNO<sub>x</sub>センサ出力校正ルーチンのフローチャートである。

【図3】図2のセンサ出力校正ルーチンで実行される校正条件判定ルーチンのフローチャートである。

【図4】リッチ空燃比モードとリーン空燃比モードとの間で制御モードを切換えつつエンジンを運転する場合におけるNO<sub>x</sub>触媒の上流側および下流側でのNO<sub>x</sub>濃度の変化を例示する図である。

【図5】電子制御ユニットが実行する飽和判定ルーチンのフローチャートである。

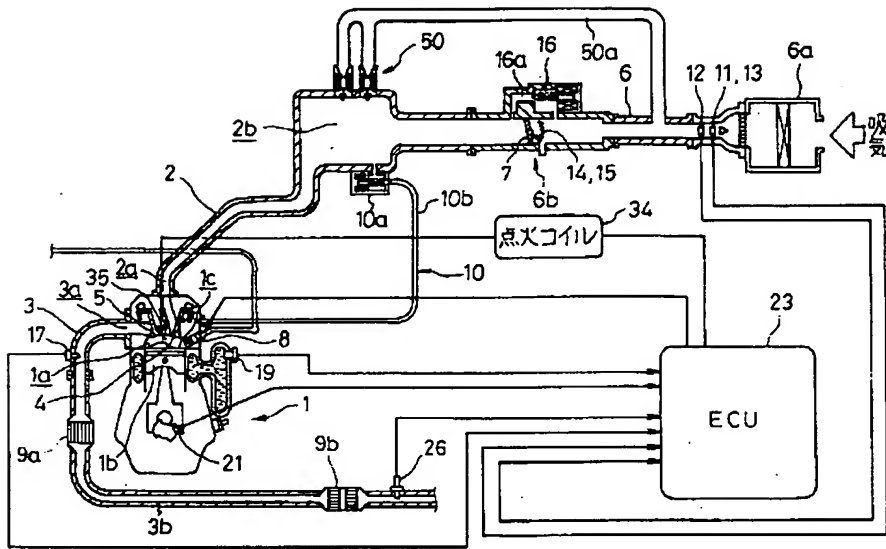
【図6】電子制御ユニットが実行する劣化判定ルーチンのフローチャートである。

【図7】電子制御ユニットが実行するNO<sub>x</sub>触媒再生ルーチンのフローチャートである。

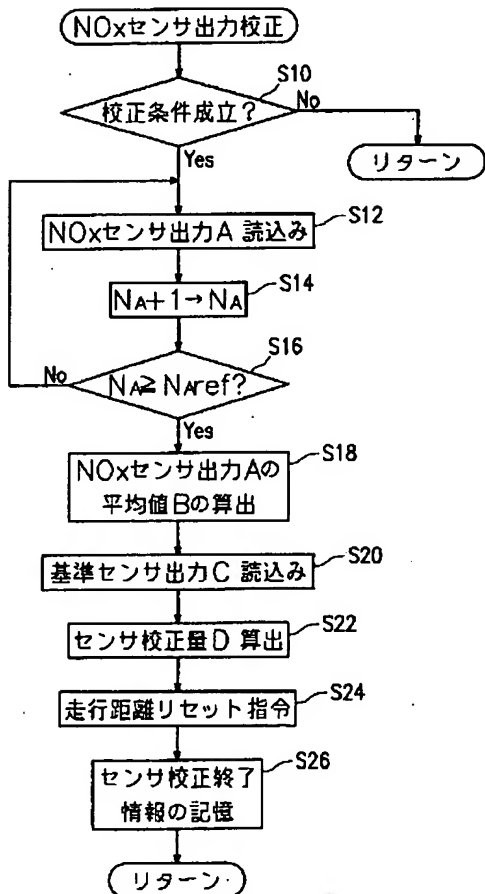
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 3b 排気パイプ
- 8 燃料噴射弁
- 9b NO<sub>x</sub>触媒
- 23 電子制御ユニット
- 26 NO<sub>x</sub>センサ

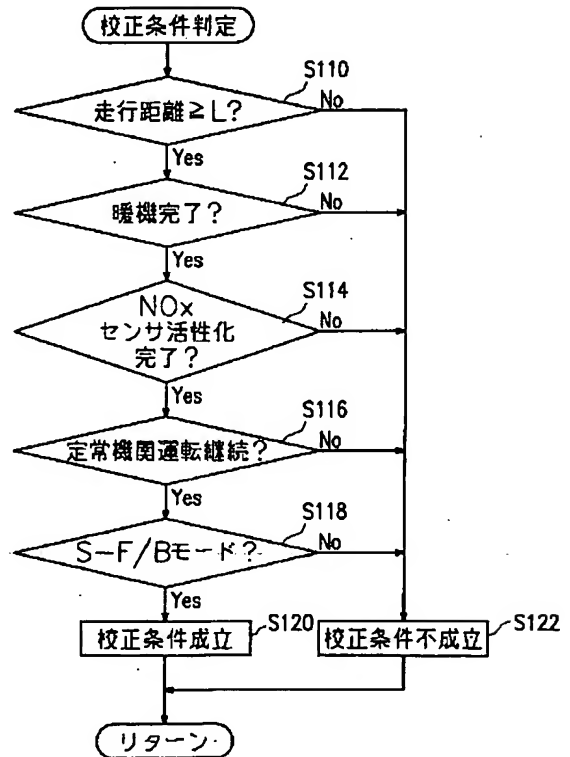
【図1】



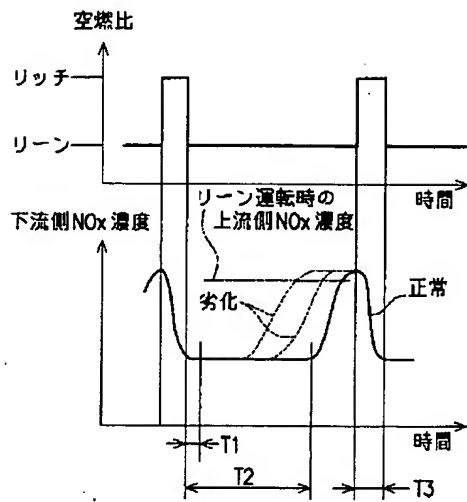
【図2】



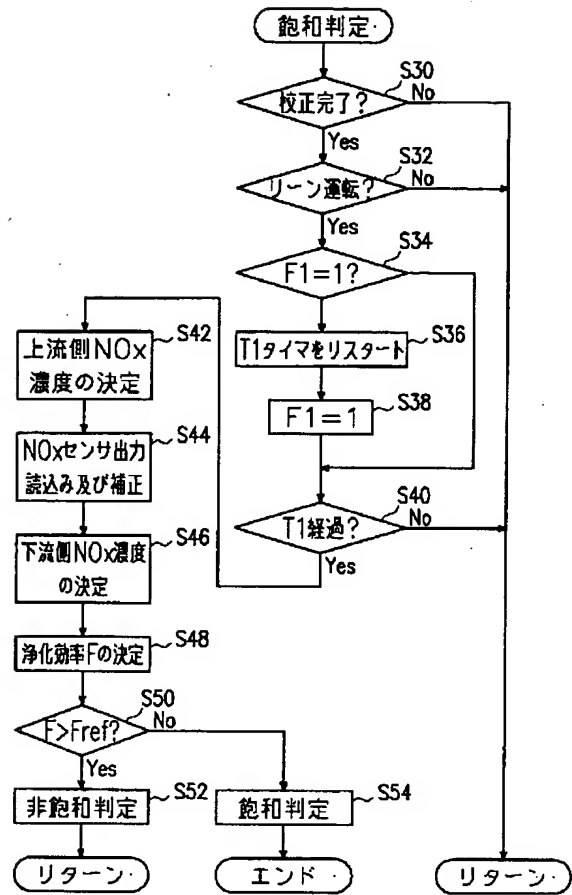
【図3】



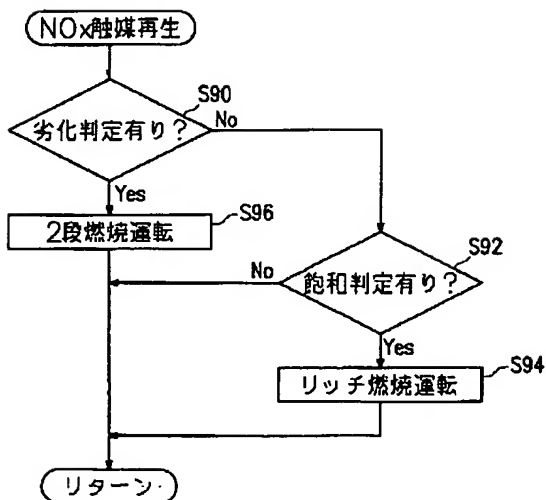
【図4】



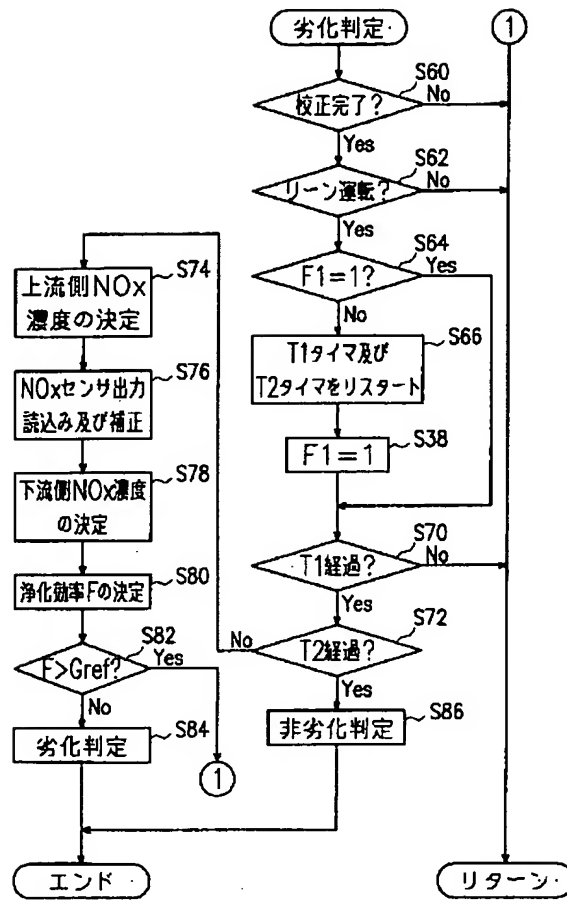
【図5】



【図7】



【図 6】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**